

纳他霉素处理对采后甜樱桃生理代谢及品质的影响

姜爱丽, 胡文忠^{*}, 李 慧, 田密霞, 范圣第

(大连民族学院生命科学学院, 生物技术与资源利用国家民委—教育部重点实验室, 大连 116600)

摘 要: 为了研究纳他霉素与维生素 C (Vc) 复配处理对采后甜樱桃果实生理代谢与品质的影响及其作用机理, 该试验采用 10 mg/L 纳他霉素溶液、100 mg/L Vc 溶液以及 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 溶液中浸泡处理甜樱桃 10 min, 然后将果实置于 5℃ 下贮藏, 在贮藏期间, 分析测定了呼吸速率以及与抗病性有关的多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)等酶活性, 同时, 测定了果实颜色、硬度、Vc 含量、酚类物质含量以及腐烂率等品质指标。结果表明, 单独的纳他霉素处理或与 Vc 复配处理均可有效延长贮藏期达 10 d 以上, 尤其是复配处理还可显著提高 PPO、POD、PAL 酶活性并使酚类物质含量增加, 降低果实呼吸速率与腐烂率, 保持较高的 Vc 含量和硬度, 单独的纳他霉素处理也具有一定的调节生理代谢与防腐作用, 而单独的 Vc 处理作用不明显。研究结果认为纳他霉素与 Vc 复配溶液可作为天然保鲜剂在采后甜樱桃果实的实际贮运中应用。

关键词: 贮藏, 生理, 代谢, 品质控制, 甜樱桃, 纳他霉素

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2009.12.061

中图分类号: S662.5, TS225.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2009)-12-0351-06

姜爱丽, 胡文忠, 李 慧, 等. 纳他霉素处理对采后甜樱桃生理代谢及品质的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(12): 351—356.

Jiang Aili, Hu Wenzhong, Li Hui, et al. Effect of natamycin treatment on physiological metabolism and quality of postharvest sweet cherry[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(12): 351—356. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

纳他霉素(Natamycin)是由链霉菌发酵生成的多烯类抗菌素, 可有效地抑制酵母菌和霉菌的生长, 对哺乳动物细胞的毒性极低。目前, 纳他霉素作为一种天然的食品防腐剂已被批准应用于水果、饮料等许多食品工业中。美国 FDA 把纳他霉素归类为一般公认为安全者产品之列。因此, 纳他霉素是一种高效、安全的新型生物防腐剂^[1]。

甜樱桃色鲜味美, 是名贵果品之一, 经济价值很高; 但甜樱桃果实的生长期很短, 皮薄多汁, 采后呼吸代谢旺盛, 极易发生真菌性病害, 因此贮藏和远销都很困难, 鲜果在室温下保质期只有 2~3 d。近年来, 甜樱桃的栽培面积快速扩大, 产量也随之增加, 尤其是在盛果期的高温与高湿季节, 采后甜樱桃的贮运保鲜已成为甜樱桃产业中亟待解决的问题。

鲜果保鲜大都以低温、气调、包装及保鲜药剂配合使用的方式进行。传统的保鲜药剂如: 噻苯咪唑(TBZ)、邻苯酚钠(SOPP)等, 虽然防腐保鲜的效果较好, 但用量高(一般为 1 000~2 000 mg/kg)、残留量大, 而且容

易产生抗药性, 其安全性令人担忧^[2]。有些水果保鲜剂(如 TBZ 等)虽在中国仍被列为食品添加剂的行列, 但由于其具有一定的致癌等危险性, 已经被美国或欧盟等发达国家明令禁止使用^[3]。而本研究中使用的纳他霉素和 Vc 是两种天然食品添加剂, 其中纳他霉素已被批准应用于果汁饮料、果酒等许多食品工业中, 但是纳他霉素应用于鲜果保鲜方面的报道甚少, 国内仅有的几篇文献报道^[4-6]都属于采后病理学研究的范畴, 研究的都是在活体(*in vivo*)和培养基(*in vitro*)条件下纳他霉素对引起鲜果腐烂的几种病原菌的抑制效果。Vc 作为一种天然的抗氧化剂和营养强化剂, 最基本的作用是作为活性氧的清除剂, 抑制食品成分的氧化, 其次还能对螯合剂起增效作用, 还原某些氧化产物等。为此, 本研究以采后甜樱桃为试验材料, 研究了纳他霉素与 Vc 复配使用对采后甜樱桃果实生理代谢及品质的影响, 并阐明其作用机理, 以期对甜樱桃保鲜提供科学依据并建立保鲜新方法。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试甜樱桃(*Prunus avium* L.)采自大连市金州区农业良种示范场果园, 品种为“红灯”, 采收时成熟度适宜、果形正、色泽良好、果个均匀一致、无病虫害和机械伤的果实, 采后 1 h 内运至实验室备用。

1.2 试 验 处 理

试验处理分别为: A. 10 mg/L 纳他霉素浸泡, B. 100 mg/L Vc 浸泡, C. 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 浸泡, D. 蒸馏水处理做对照(CK), 浸泡时间均为 10 min。果实晾干后先进行预冷, 然后采用家用保鲜膜进行包装

收稿日期: 2008-11-10 修订日期: 2009-06-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(30771508); 辽宁省教育厅科研项目(2009S023)

作者简介: 姜爱丽(1971—), 女, 辽宁大连人, 副教授, 博士生, 主要从事采后生理、病理方面的研究。大连 大连民族学院生命科学学院, 116600
^{*}通信作者: 胡文忠(1959—), 男, 吉林九台人, 教授, 博士, 研究方向为采后生物学。大连 大连民族学院生命科学学院, 116600。

Email: hwz@dlnu.edu.cn

并置于 5℃冷库中贮藏, 每 7 d 取样进行各项分析。

1.3 测定的指标与方法

1.3.1 颜色的测定

采用日本美能达 CR410 型色差计测定果实表面的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值, 并参照 Holcroft 等^[7]的方法比较分析亮度、色度和颜色饱和度。 L^* 为亮度值; 色度 (hue angle) = $\arctangent(b^*/a^*)$, 0° =红色-紫色, 90° =黄色, 180° =青色-绿色, 270° =蓝色; 颜色饱和度 (Chroma) = $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$, 表示颜色的强度。每个重复测定 10 个果实, 每处理设 3 个重复。

1.3.2 果实硬度、呼吸速率、腐烂率和 Vc 含量的测定

1) 果实硬度用日本产 FHM-1 型硬度计测定。设 3 个重复, 每个重复测定 10 个果实。

2) 呼吸速率的测定: 先将 500 g 果实放在密闭的干燥器中静置 1 h, 然后用气相色谱测定密闭环境中 CO_2 含量, 从而推算出 CO_2 的释放速率即为呼吸速率。重复测定 3 次。

3) 腐烂率 (%) = $[\text{烂果数} \div \text{总果数}] \times 100$, 烂果是指果实表面至少有一处肉眼可见的腐烂斑。做 3 个重复, 每个重复随机统计 50 个果实。

4) Vc 含量测定: 用紫外分光光度计测定^[8]。做 3 次重复。

1.3.3 有效贮藏期统计

有效贮藏期按照腐烂率高低进行统计, 腐烂率 10% 以下的贮藏天数即为有效贮藏期。做 3 个重复, 每个重复随机统计 50 个果实。

1.3.4 与抗性相关的酶活性和酚类物质含量的测定

PPO 和 POD 活性的测定参照 Jiang 等的方法^[9]。取 10 g 去皮果肉, 加 0.5 g 聚乙烯吡咯烷酮 (PVPP) 于 10 mL 0.1 mol/L 磷酸缓冲溶液 (pH=6.4) 中, 冰浴研磨, 4℃ 冰冻离心机 $13\ 000 \times g$ 离心 45 min, 取上清液备用。PPO 活性测定: 将 0.1 mL 粗酶提取液加入 3 mL 0.5 mol/L 的邻苯二酚溶液。反应温度为 25℃, 加酶液后 5 s 开始扫描 10 s 内 398 nm 处的吸光值变化, 以每克果实每分钟在 398 nm 处吸光值变化 1 为 1 个酶活单位, 结果以 U/g 表示。POD 活性测定: 将 0.5 mL 粗酶提取液加入 2 mL 0.05 g/L 愈创木酚溶液中, 在 30℃ 水浴中平衡 5 min, 然后加 1 mL 0.08 g/L H_2O_2 混匀, 1 min 后, 扫描 1 min 内 460 nm 处的吸光值变化, 以每克果实每分钟在 460 nm 处吸光值变化 1 为 1 个酶活单位, 结果以 U/g 表示。

PAL 活性的测定参照 Koukol 等^[10]的方法, 并做以下修改: 取 5 g 果肉组织, 加入 1 mL pH=8.8 的 0.2 mol/L 硼酸缓冲溶液 (内含 100 g/L PVPP, 1 mmol/L EDTA 和 50 mmol/L β -巯基乙醇) 冰浴条件下充分研磨, 然后于 4℃, $15\ 000 \times g$ 条件下离心 20 min, 收集上清液并立即用于酶活测定。PAL 活性反应体系为: 2 mL pH=8.8 的 0.2 mol/L 硼酸缓冲溶液, 300 μ L 粗酶提取液和 1 mL 0.02 mol/L L-苯丙氨酸, 25℃ 水浴中平衡 2 min 后, 用 Shimadzu UV-2100 型紫外-可见分光光度计测定 290 nm 处的 OD 值变化情况, 空白加 300 μ L 蒸馏水, 不加酶液, 其余同反应体系。以每克果实每分钟在 290 nm 处吸光值

变化 1 为 1 个酶活单位, 结果以 U/g 表示。

酚类物质含量的测定参照 Pirie 的方法^[11]并作适当修改: 5 g 果肉组织用 25 mL 预冷的 10 mL/L 的盐酸甲醇溶液充分研磨提取, 然后于 4℃ 下 $12\ 000 \times g$ 离心 10 min, 上清液直接用于比色。以每克果实 280 nm 处的吸光值为单位, 结果以 U/g 表示。

PPO、POD、PAL 活性及酚类物质含量每个重复均测定 3 次, 各处理均设 3 个重复。

1.4 统计方法

3 次试验重复的标准误用 Excel 进行统计计算。用 SPSS 软件进行显著性统计分析, 采用 Duncan 法 (也称新复极差法) 检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同处理对甜樱桃果实颜色的影响

从图 1a 可知, 甜樱桃果实表面亮度在贮藏过程中呈下降趋势, 其中对照的果实亮度在 7 d 时高于其他 3 种处理, 说明贮藏初期浸泡处理对果实光泽有一定负面影响。贮藏到 14 d 时对照的亮度下降迅速, 21 d 后均显著低于两种纳他霉素处理 ($P < 0.05$)。100 mg/L Vc 处理的果实亮度在 21 d 时显著高于对照 ($P < 0.05$), 但 28 d 时与对照差异不显著。

所有样品的果实色度均呈下降趋势 (图 1b), 对照前期下降得较慢, 中期下降迅速, 然后趋于平稳, 而两种纳他霉素处理的果实色度始终下降较慢, 100 mg/L Vc 处理的果实在贮藏中后期与对照的果实色度接近, 14 d 后 100 mg/L Vc 处理和对照都要显著低于两种纳他霉素处理的果实 ($P < 0.05$)。

果实颜色饱和度的变化见图 1c, 所有处理在贮藏前期颜色饱和度均略有上升, 7 d 时对照上升的幅度最大, 而后各处理开始下降, 其中对照和 100 mg/L Vc 处理的果实颜色饱和度下降的速度要明显快于两种纳他霉素处理的果实, 28 d 时 10 mg/L 纳他霉素处理和 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 处理的果实颜色饱和度值分别比对照高 21.6% 和 30.6%。

2.2 不同处理对甜樱桃果实硬度、呼吸速率、腐烂率和 Vc 含量的影响

果实硬度呈先上升后下降趋势 (图 2a), 其中两种纳他霉素处理在贮藏前期上升的幅度较大, 后期下降的幅度较小, 28 d 时两种处理的硬度都比 0 d 时高 30% 左右, 而对照和 100 mg/L Vc 处理的果实硬度前期虽有所上升但后期下降迅速, 说明纳他霉素处理有利于保持果实硬度, 但 Vc 处理对果实硬度的变化没什么影响。

纳他霉素处理能有效地抑制果实呼吸速率的上升 (图 2b), 两种纳他霉素处理的果实呼吸速率在贮藏中后期 (21 d 以后) 都要显著低于 100 mg/L Vc 处理和对照 ($P < 0.05$), 其中以 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 处理抑制呼吸的效果最好, 但两种纳他霉素处理间差异未达到显著性水平。

如图 2c 所示, 纳他霉素处理可以有效地控制腐烂的发生, 而单独的 Vc 处理对腐烂没有明显的抑制效果。

28 d 时, 10 mg/L 的纳他霉素处理和与 Vc 复配使用的果实腐烂率分别为 7.3% 和 5.9%, 分别比对照低 80.5% 和 84.3%, 而此时单独 Vc 处理的果实腐烂率与对照无显著差异。

10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 处理的果实和 100 mg/L Vc 处理的果实 7 d 时的 Vc 质量分数分别为 21.5 mg/(100 g) 和 20.3 mg/(100 g) (图 2d), 分别比采收时高 21.4% 和

14.5%, 这是由于 Vc 处理造成的, 但随后二者的 Vc 含量逐步下降, 其中单独使用 Vc 处理的下降速度迅速, 而 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 处理较有利于 Vc 的保持; 尽管 10 mg/L 纳他霉素处理的果实在 7 d 时的 Vc 含量要显著低于对照 ($P < 0.05$), 但该处理在贮藏过程中 Vc 含量下降速度缓慢, 28 d 时的 Vc 含量显著高于对照 ($P < 0.05$)。

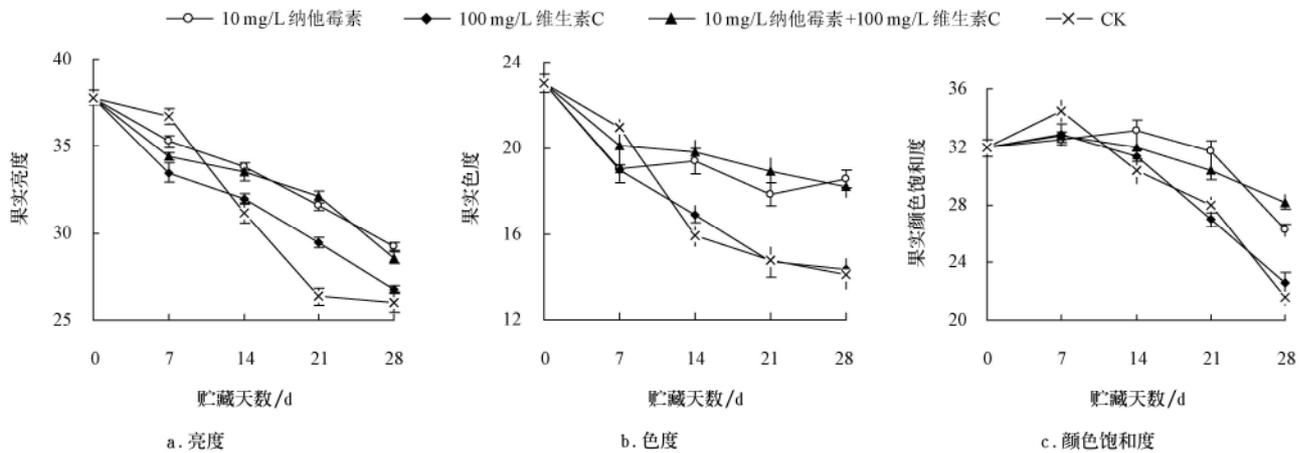


图 1 不同处理对甜樱桃果实亮度、色度和颜色饱和度的影响

Fig.1 Effects of different treatments on surface lightness, hue angle and chroma of sweet cherry fruits

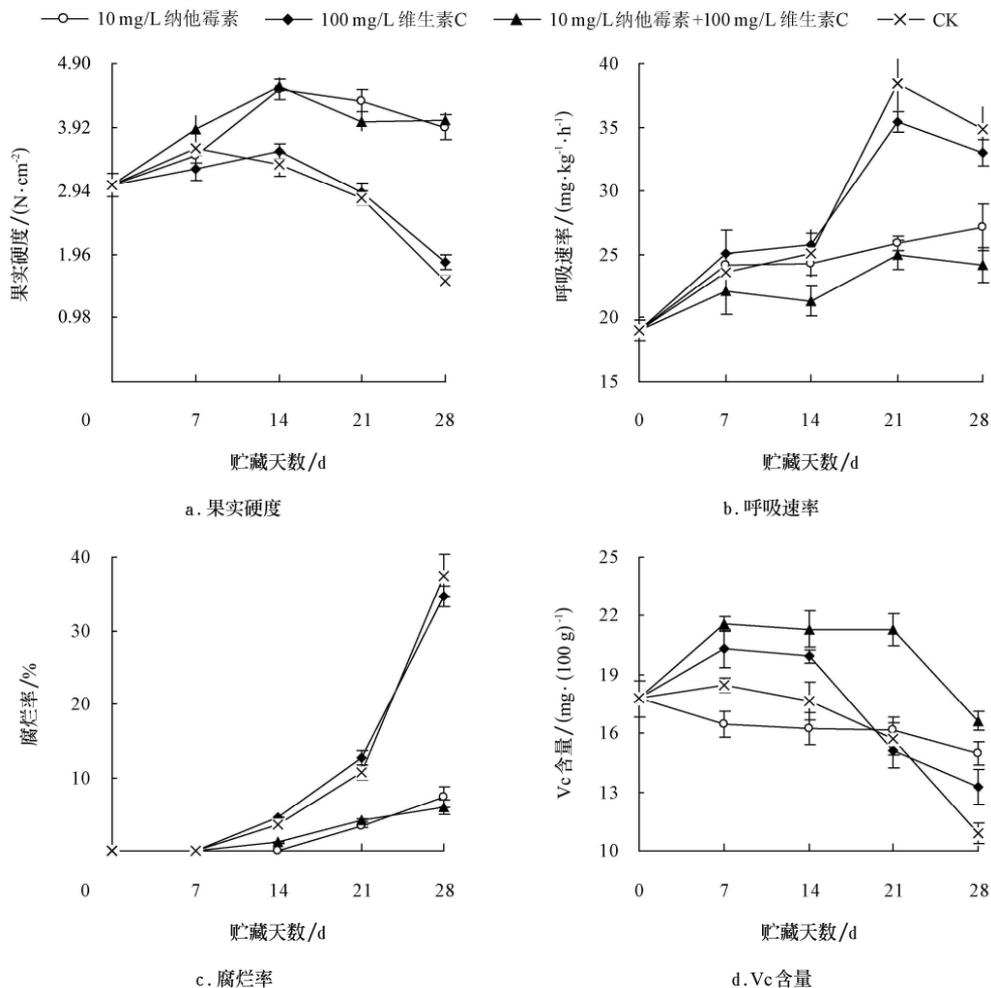
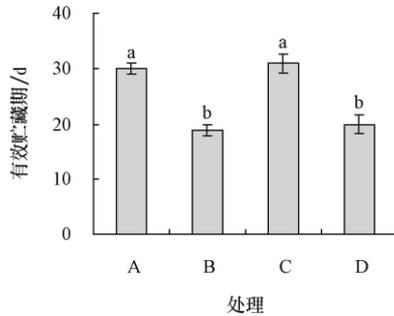


图 2 不同处理对甜樱桃果实硬度、呼吸速率、腐烂率和 Vc 含量的影响

Fig.2 Effects of different treatments on firmness, respiration rate, rot rate and vitamin C content of sweet cherry fruits

2.3 不同处理对甜樱桃果实有效贮藏期的影响

尽管 5℃ 的贮藏环境并不是甜樱桃贮藏的最佳温度条件,但它却与冷链销售温度接近。该温度下甜樱桃的有效贮藏期实际上就代表着冷链销售的货架寿命。如图 3 所示,与对照相比,单独的纳他霉素处理或与 Vc 复配使用均可使有效贮藏期延长 10 d 左右,而单独 Vc 处理的有效贮藏期与对照间无显著差异 ($P>0.05$)。



注: A: 10 mg/L 纳他霉素; B: 100 mg/L 维生素C;
C: 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L 维生素C; D: CK

图 3 不同处理对甜樱桃果实有效贮藏期的影响

Fig.3 Effects of different treatments on effective storage period of sweet cherry fruits

2.4 不同处理对甜樱桃果实中与抗性相关的酶活性和酚类物质含量的影响

PPO 活性变化如图 4a 所示,各处理的 PPO 活性均呈先上升后下降的趋势,但贮藏前期两种 Vc 处理的 PPO 活性上升的速度明显快于对照和单独的纳他霉素处理。

贮藏过程中各处理的 POD 活性均有所上升(图 4b),但对照上升速度缓慢,而其他 3 种处理在贮藏初期上升迅速,7 d 时均显著高于对照 ($P<0.05$),而后活性上升速度趋于平缓。

如图 4c 所示,各处理的 PAL 活性均呈先上升后下降趋势,整个贮藏过程中 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 处理的 PAL 活性始终显著高于对照和其他处理 ($P<0.05$),21 d 时出现高峰,达到 0.23 U/g,分别比同期的对照、100 mg/L Vc 处理和 10 mg/L 纳他霉素处理高 64%、43.8% 和 71.2%。

贮藏过程中各处理的酚类物质含量都呈先上升后下降的趋势(图 4d),但对照上升的幅度很低,而两种 Vc 处理 7 d 时酚类物质含量就迅速上升,其中 10 mg/L 纳他霉素+100 mg/L Vc 处理在整个贮藏过程中均高于其他处理,14 d 后对照的酚类物质含量显著低于其他 3 种处理 ($P<0.05$)。

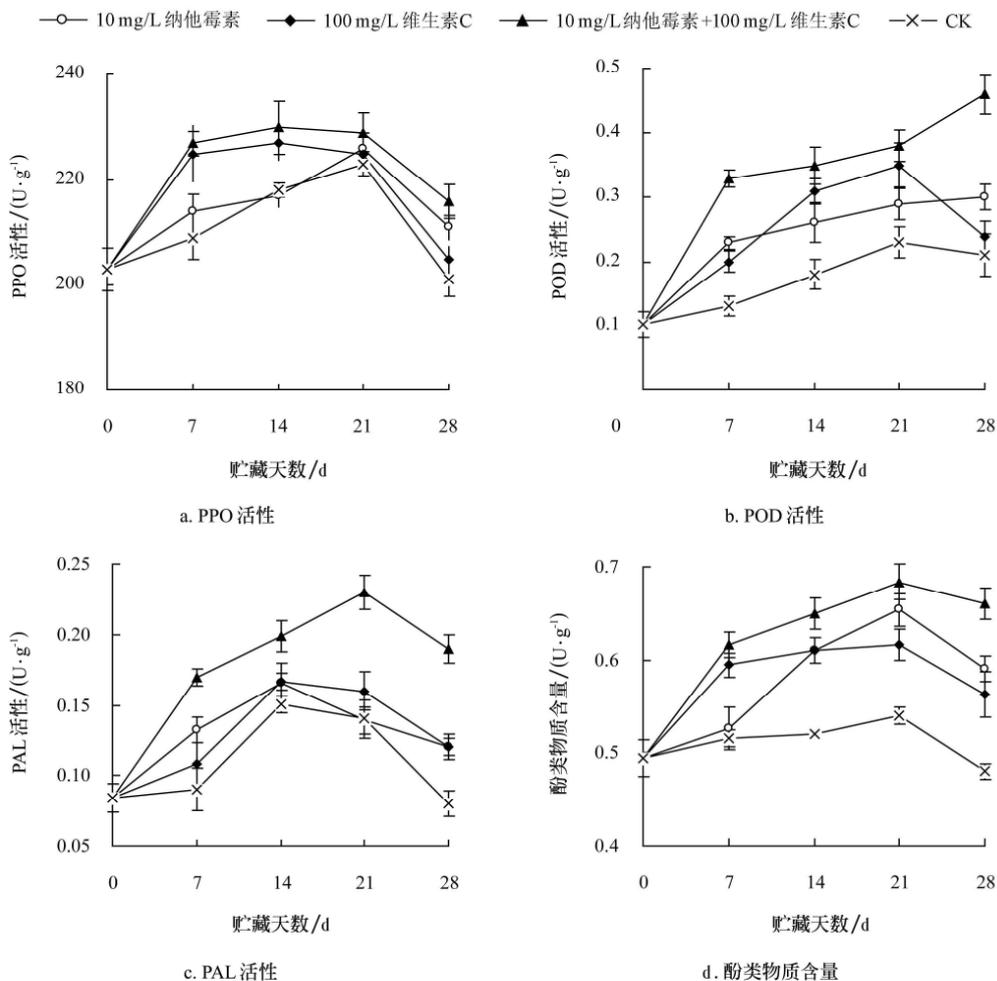


图 4 不同处理对甜樱桃果实 PPO 活性、POD 活性、PAL 活性和酚类物质含量的影响

Fig.4 Effects of different treatments on PPO, POD, PAL activity and phenolic compounds of sweet cherry fruits

3 讨 论

纳他霉素是 26 种多烯大环内酯类抗生素中的一种，其主要的抑菌机理在于：它所特有的大环内酯结构能降解真菌细胞膜中的甾醇类化合物，破坏膜的通透性，从而引起菌体内氨基酸和电解质等物质渗漏，导致细胞死亡^[1]。由于细菌细胞膜上没有甾醇类化合物，因此纳他霉素对细菌没有抑制作用。真菌性病害是引起甜樱桃采后腐烂的主要原因，本试验中两种纳他霉素处理的果实腐烂率均要显著低于对照和 100 mg/L Vc 处理的果实，说明纳他霉素主要是通过抑制病原菌的繁殖来延长甜樱桃果实的贮藏寿命。

PPO、POD、PAL 以及酚类物质都在植物抗病反应中发挥着重要作用，因此被认为是植物抗病性的生理指标^[12-13]。尽管 PPO 能够催化酚类物质产生褐色的醌类物质，一直被认为是引起果实褐变的主要因素^[14]，但我们以前的研究却表明：PPO 与甜樱桃果实褐变之间缺少相关性^[15]，而 PPO 在植物抗病反应中也发挥着重要作用^[16]。PPO 可催化木质素及其它酚类氧化产物的形成，构成保护性屏蔽而抵抗病菌的入侵，也可以通过形成毒性较高的醌类物质直接发挥抗病作用^[17]。POD 属于病程相关蛋白的 PR29 家族^[17]，其活性的升高不仅能有效地清除内源活性氧自由基，而且有利于植物木质素和植保素的合成。

试验中纳他霉素和 Vc 处理都不同程度地使上述抗病相关酶的活性和酚类物质含量增加，而且复配有 Vc 的纳他霉素处理比单独的纳他霉素或 Vc 处理作用效果更强，说明纳他霉素和 Vc 处理很可能是通过激发果实自身次生代谢物的合成和积累来抗病的，换言之，纳他霉素和 Vc 处理使甜樱桃果实产生一定的诱导抗病性。当然，后续工作中我们还应该对其内在机理作深入研究。

尽管 Vc 处理也能使抗病相关酶的活性和酚类物质含量增加，但与对照相比，单独的 Vc 处理并不能显著抑制腐烂和保持硬度，说明 Vc 诱导产生的抗病物质并不足以抵御病原物的侵染。寄主与病原物间的互作是一个非常复杂的过程，是多种因素相互作用的综合结果。而纳他霉素之所以能有效抑制腐烂的发生，很大程度上应该归功于纳他霉素自身对病原菌的降解作用，诱导抗病性的产生可能只起辅助作用。

4 结 论

1) 10 mg/L 的纳他霉素处理可有效降低甜樱桃果实的呼吸速率并抑制病害的发生，使有效贮藏期延长 10 d 以上，复配 Vc 可显著增加作用效果。

2) 纳他霉素与 Vc 复配使用能使甜樱桃果实中与抗病性相关的 PPO、POD、PAL 活性和酚类物质含量显著增加，诱导果实产生抗病性，从而更有效地抵御病原菌的入侵。

3) 纳他霉素处理尤其与 Vc 复配使用还可使果实保持较高 Vc 含量和硬度，单独纳他霉素处理也具有一定的调节生理代谢与防腐作用，而单独 Vc 处理作用不明显。

综上所述，纳他霉素与 Vc 复配溶液可作为天然保鲜剂在采后甜樱桃果实的实际贮藏中应用。

[参 考 文 献]

- [1] 李东, 杜连祥, 路福平, 等. 纳他霉素的抑菌谱及最小抑菌浓度[J]. 食品工业科技, 2004, 25(7): 143-144.
Li Dong, Du Lianxiang, Lu Fuping, et al. The inhibitory range and minimal inhibitory concentration of natamycin[J]. Science and Technology of Food Industry, 2004, 25(7): 143-144. (in Chinese with English abstract)
- [2] 聂继云, 李静, 李海飞, 等. 我国水果防腐保鲜剂的使用及其检测方法[J]. 植物保护, 2007, 33(6): 26-30.
Nie Jiyun, Li Jing, Li Haifei, et al. Applications of fruit preservatives and the methods for their determination in China[J]. Plant Protection, 2007, 33(6): 26-30. (in Chinese with English abstract)
- [3] 国内外食品添加剂使用规范和限量标准编委会. 国内外食品添加剂使用规范和限量标准[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [4] 孙远功, 呼玉侠, 冯昕. 纳他霉素在柑桔防腐保鲜中的应用[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(7): 19-22.
Sun Yuangong, Hu Yuxia, Feng Xin. The application of natamycin in the antiseptic and freshness of orange[J]. Food Research and Development, 2006, 27(8): 170-172. (in Chinese with English abstract)
- [5] 杨德山, 骆健美, 徐广宇, 等. 纳他霉素防治苹果贮运期病害的初步研究[J]. 中国植保导刊, 2006, (10): 11-13.
Yang Deshan, Luo Jianmei, Xu Guangyu, et al. Preliminary study on controlling apple diseases during its transportation and storage by the treatment of Natamycin[J]. China Plant Protection, 2006, (10): 11-13. (in Chinese with English abstract)
- [6] 呼玉侠, 孙远功, 鲁来政, 等. 纳他霉素在草莓防腐中的应用[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(8): 170-172.
Hu Yuxia, Sun Yuangong, Lu Laizheng, et al. The application of natamycin in the antiseptic of strawberry[J]. Food Research and Development, 2006, 27(8): 170-172. (in Chinese with English abstract)
- [7] Holcroft D M, Kader A A. Controlled atmosphere induced changes in pH and organic acid metabolites may affect color of stored strawberry fruit[J]. Postharvest Biol Technol, 1999, 17(1): 19-32.
- [8] 张宪政. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994: 161-163.
- [9] Jiang Aili, Tian Shiping, Xu Yong. Effect of CA with high-O₂ or high-CO₂ concentrations on postharvest physiology and storability of sweet cherry[J]. Acta Botanica Sinica, 2002, 44(8): 925-930.
- [10] Koukol J, Conn E E. The metabolism of aromatic and properties of the phenylalanine deaminase of *Hordeum vulgare*[J]. J. Biol Chem, 1961, 236(10): 2692-2698.
- [11] Pirie A, Mullins M G. Changes in anthocyanin and phenolics content of grapevine leaf and fruit tissues treated with sucrose, nitrate, and abscisic acid[J]. Plant Physiology, 1976, 58(4): 468-472.

- [12] 秦国政, 田世平, 刘海波, 等. 拮抗菌与病原菌处理对采后桃果实多酚氧化酶、过氧化物酶及苯丙氨酸解氨酶的诱导[J]. 中国农业科学, 2003, 36 (1): 89—93.
Qin Guozheng, Tian Shiping, Liu Haibo, et al. Polyphenol oxidase, peroxidase and phenylalanine ammonium lyase in postharvest peach fruits induced by inoculation with *Pichia membranefaciens* or *Rhizopus stolonifer*[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2003, 36 (1): 89—93. (in Chinese with English abstract)
- [13] Heldt H W, Heldt F. 植物生物化学[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 430—454.
- [14] Siddiq M, Cash J N, Sinha N K, et al. Characterization and inhibition of polyphenol oxidase from pears (*Pyrus communis* L. cv. Bosc and Red)[J]. J Food Biochem, 1994, 17 (5): 327—337.
- [15] 姜爱丽, 田世平, 徐勇, 等. 不同气体成分对甜樱桃果实采后生理及品质的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35 (1): 79—84.
Jiang Aili, Tian Shiping, Xu Yong, et al. Effects of different atmospheres on postharvest biology and quality of sweet cherry[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002, 35(1): 79—84. (in Chinese with English abstract)
- [16] Avdiushko S A, Ye X S, Kuc J. Detection of several enzymatic activities in leaf prints cucumber plant[J]. Physiol Mol Plant Pathol, 1993, 42 (6): 441—454.
- [17] Hammerschmidt R, Nuckles E M, Kuc J. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*[J]. Physiol Mol Plant Pathol, 1982, 20 (1): 73—82.

Effect of natamycin treatment on physiological metabolism and quality of postharvest sweet cherry

Jiang Aili, Hu Wenzhong^{*}, Li Hui, Tian Mixia, Fan Shengdi

(Key Laboratory of Biotechnology and Bioresources Utilization, the State Ethnic Affairs Commission-Ministry of Education, College of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

Abstract: In order to explore the effects of natamycin combined with Vc treatment on the physiological metabolism and quality of postharvest sweet cherry and its mechanism, fresh sweet cherries were dipped in 10 mg/L natamycin solution, 100 mg/L Vc solution, as well as 10 mg/L natamycin + 100 mg/L Vc solution for 10 min, respectively, and then transferred to 5°C condition for storage. During the period of storage, respiration rate and the activities of some disease resistance-related enzyme such as polyphenol oxidase (PPO), peroxidase (POD), phenylalanine ammonia-lyase (PAL) were measured. Meanwhile, fruit color, firmness, Vc and phenolic substances content as well as decay rate of quality index were analyzed. The results indicated that natamycin treatments with/without Vc extended the storage period of up to 10 d or more. In particular, treatment with 10 mg/L natamycin + 100 mg/L Vc significantly increased PPO, POD, PAL activity and the polyphenol content, reduced fruit respiration rate and decay rate, and maintained a high Vc content and firmness. The individual natamycin treatment also had a certain role in regulating metabolism and preservation, while the sole Vc treatment had no obvious effects on disease control. These data suggest that natamycin combined with Vc treatment may be used as natural preservatives in the practical application of sweet cherry storage and transportation.

Key words: storage, physiology, metabolism, quality control, sweet cherry, natamycin